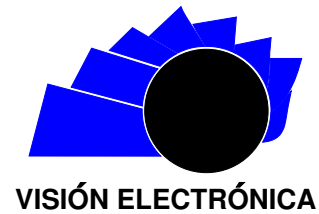




Visión Electrónica

Más que un estado sólido

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/visele>



VISIÓN INVESTIGADORA

Identificación del patrón cinemático del gesto deportivo de percusión en jugadores de rugby

Identification of the kinematic pattern of percussion sports gesture in rugby players

Yolanda Torres Pérez¹, Harold Rodrigo Ortega Mogollón²

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Enviado: 06/06/2017

Recibido: 06/06/2017

Aceptado: 23/06/2017

Palabras clave:

Análisis Cinemático
Biomecánica Deportiva
Percusión
Rugby

RESUMEN

En el juego del Rugby, la percusión es una jugada fundamental para la ruptura de la línea de defensa del equipo contrario y así poder llegar a la meta y anotar puntos. Sin embargo, esta jugada no siempre se realiza de forma eficiente biomecánicamente hablando, lo que genera pérdidas del balón y desventaja en el juego. Por lo anterior, se estudió y evaluó el patrón cinemático del gesto técnico- deportivo de jugadores del equipo de Rugby de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja (Boyacá - Colombia), mediante la técnica de videometría, con el objetivo de determinar (cualitativa y cuantitativamente) las trayectorias, ángulos críticos y curvas cinemáticas articulares de los deportistas ejecutando rutinas de percusión, con lo cual se diseñaron e implementaron intervenciones correctivas del movimiento de los deportistas en el descenso del eje de contacto para generar una percusión más eficiente y ergonómica durante el juego.

Open access



Keywords:

Kinematic Analysis
Sports Biomechanics
Percussion
Rugby

ABSTRACT

In the game of Rugby, percussion is a fundamental play to break the line of defense of the opposing team and thus reach the goal and score points. However, this play is not always performed efficiently biomechanically speaking, which generates losses of the ball and disadvantage in the game. Therefore, we studied and evaluated the kinematic pattern of the technical and sports gesture of players of the Rugby team of the University of Santo Tomás Seccional Tunja (Boyacá - Colombia), through videometry, with the aim of determining (qualitatively and quantitatively) the trajectories, critical angles and articular kinematic curves of athletes performing percussion routines, with were designed and implemented corrective interventions of the movement of the athletes in the descent of the axis of contact, to generate a more efficient percussion and ergonomic during the game.

¹Ingeniera Mecánica, Universidad Central, Colombia. Magister en Ingeniería, Universidad de los Andes, Colombia. Doctorado en Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Facultad de Ingeniería mecánica, Universidad Santo Tomás seccional Tunja, Colombia. Correo electrónico: yolanda.torres@usantoto.edu.co

²Licenciado en Educación Física, Universidad Cooperativa de Colombia seccional Bucaramanga, Colombia. Entrenador Nivel I de Rugby, Federación Colombiana de Rugby, Colombia. Departamento de Promoción y Bienestar Universitario, Universidad Santo Tomás seccional Tunja, Colombia. Correo electrónico: harold.ortega@usantoto.edu.co

1. Introducción

El deporte del Rugby en los últimos años ha tenido un gran auge en Colombia y en otros países. Es un deporte cuyo objetivo es trasladar la pelota a la línea de meta del equipo contrario, y apoyarla en el piso para marcar puntos. Aunque aparentemente este último objetivo puede parecer muy sencillo, no lo es; el avance a la línea de meta del equipo contrario requiere de grandes esfuerzos de todo el equipo. Para cumplir el objetivo se debe tener un gran trabajo en equipo, tanto para llevar la pelota a la línea de meta, como en el caso de defensa para oponerse al avance del equipo contrario [1,2].

Una de las acciones de juego más importantes en el juego es la de romper (percusión) en cualquier punto una línea de defensa contraria conformada por varios jugadores que se ubican a lo ancho de la cancha para bloquear al jugador del equipo contrario portador de la pelota. En este punto, para avanzar el portador de la pelota debe tomar la mejor decisión teniendo en consideración el planteamiento defensivo del equipo adversario y de la ubicación de sus compañeros [2]. El objetivo del portador de la pelota es avanzar hacia la zona de meta contraria y anotar un try (anotación con cinco puntos). Para romper esa línea de defensa contraria se necesita que el jugador portador de la pelota descienda su centro de gravedad para llegar lo más bajo posible al eje de contacto, que le permita traspasar la defensa y a su vez ganar la línea de ventaja del equipo defensor, sin embargo hay varios factores no detectables a simple vista, que no permiten un adecuado descenso.

Se pueden encontrar algunos estudios de índole investigativo sobre la biomecánica del Rugby, en los cuales se ha realizado el análisis de ejecución y eficiencia de algunos movimientos técnicos de esta disciplina. A continuación, se presentan los más relevantes y afines con la investigación realizada: Se encontraron inicialmente antecedentes investigativos del rugby en las formaciones fijas, específicamente en el scrum. Para iniciar, se estudió biomecánicamente los aspectos técnicos y de seguridad de todo el pack de delanteros en el scrum en cuanto a la confluencia de fuerzas aplicadas y su incidencia en cuanto al manejo técnico y/o riesgos de lesión por la situación postural de los primeras líneas con respecto a la aplicación de fuerzas de los segunda y terceras líneas en esta formación fija [3].

Por otro lado, se realizó el estudio biomecánico y electromiográfico individual de las habilidades en el scrum del jugador de primera línea tanto de la categoría menores de 21 años como universitarios, y sus efectos

en el nivel del juego del Rugby en Francia [4]. Además, se han investigado las fuerzas generadas en el scrum del Rugby Union en varios niveles de juego mediante estudio cinético en la máquina de scrum para Rugby Union mediante la evaluación tridimensional de fuerzas y factores de análisis que pueden contribuir al rendimiento e influir en el riesgo de lesiones durante el scrum [5]. En la ciudad de Bath, Inglaterra, se estudió la biomecánica del scrum en el Rugby, realizando un análisis cinemático y cinético en las condiciones de entrada hacia esta misma formación fija (3 formas indicadas de entrada al scrum) para determinar la incidencia de la fuerza aplicada allí con la distancia de la primera fila del pack de delanteros contra la primera línea contraria, así como la velocidad de entrada, la fuerza máxima y la aceleración [6].

También, se encontraron estudios sobre destrezas individuales aplicadas al Rugby en el pase, el pateo y el tackleo, donde se estudiaron los cambios biomecánicos determinantes de la velocidad del pase desde el suelo en trece jugadores semiprofesionales de Rugby de Queensland-Australia, al pasar hacia el lado dominante y no dominante del jugador [7]. Por otro lado, se ha estudiado el efecto de abordar el sentido del posicionamiento de la articulación del hombro al momento de realizar el tackle, analizado en 19 jugadores semiprofesionales masculinos de Rugby en Manchester-Inglaterra, por otro lado se ha estudiado el efecto del efecto de las colisiones con el hombro dominante y el no dominante, utilizando bolsas de entrenamiento equipadas con sensores de presión para determinar con qué hombro es más eficiente el impacto [8]. También se ha investigado los aspectos biomecánicos del tackle en el Rugby profesional, para identificar posibles mecanismos de lesión en el tackle, en el que a partir de este estudio se pueden hacer recomendaciones para hacer el tackle más seguro, analizando material de video de seis partidos de rugby Super 14 de los Cheetahs de Sudáfrica [9].

En Inglaterra, se realizó un análisis biomecánico de la pierna dominante para patear durante la patada a los postes de Rugby, mediante el cálculo cinemático y cinético de la articulación tridimensionalmente hablando, acompañado del análisis de la dinámica inversa de la pierna al momento de patear a los postes ubicados en la zona de meta del campo de Rugby, aplicada a trece jugadores voluntarios con cualidades de pateo [10]. Por otro lado, se han estudiado los movimientos cinemáticos que definen un pase de balón en el rugby como bueno o malo; además se identificó el proceso secuencial del movimiento y se aplicó la teoría de los sistemas dinámicos

cuando se aplicaba el giro del pase en el Rugby, mediante estudio realizado a tres participantes quienes realizaron diez pases estáticos de sus a objetivos ubicados a 8 y 12 metros de distancia, captados con el sistema CODA. Estos análisis fueron utilizados para cuantificar la velocidad de la bola a la liberación y medidas cinemáticas como ángulos y velocidades angulares [11].

En la University of the Witwatersrand, South África Andrew Green, estudiaron la relación entre distancia y precisión en el pateo, a través de la determinación de variables cinemáticas de pateo hacia los postes, mediante tests aplicados a 12 jugadores de Rugby de esta universidad [12]. Por otro lado, se ha analizado biomecánicamente el impacto humano durante el juego del rugby, mediante ecuaciones planteadas antes, durante y después del impacto en este deporte, para determinar las incidencias en cuanto al resultado del gesto técnico desde el punto de vista matemático y la relación proporcional en el riesgo de lesiones [13].

Recientes investigaciones se han enfocado a estudiar diferentes variables que afectan la eficiencia del gesto deportivo, por ejemplo: se ha estudiado el efecto de la selección de ejercicios durante el entrenamiento para potenciación de la postactivación en jugadores de la liga de Rugby vs jugadores aficionados [14]; por otro lado se ha estudiado la fuerza, la velocidad y las variaciones de potencia de los jugadores sometidos a entrenamientos de resistencia variable con bandas elásticas o resistencia de peso libre [15]; también se ha examinado la calidad (distancia máxima y precisión) de la patada de los jugadores de rugby mediante videos tridimensionales de alta velocidad (4000Hz) [16,17]. Las lesiones articulares generadas por golpes de otros jugadores con calzado de taches durante el entrenamiento o el juego fue evaluado también con cámaras de alta velocidad y un modelo antropomórfico instrumentado para medir velocidades, ángulos y fuerzas de impacto [18].

Aunque se han realizado estos estudios y otros más en el marco de este deporte y las incidencias en la ejecución de destrezas individuales y formaciones fijas, la mayoría enfocados en el nivel de riesgo de lesiones, no se han encontrado estudios aplicados a caracterizar la percusión de la línea de defensa contraria desde el punto de vista del rendimiento deportivo, punto que es muy importante durante esta disciplina y que de llegar a mejorarse la eficiencia de la percusión de jugadores de Rugby, es una gran ventaja competitiva para el equipo.

Por lo anterior, en esta investigación, se propuso analizar biomecánicamente de una forma cualitativa y cuantitativa el fenómeno de la percusión de la línea

de defensa en jugadores de Rugby. Este estudio se hizo mediante la realización de una serie de pruebas experimentales en campo a deportistas adscritos a al equipo de Rugby de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja. El registro del movimiento de la percusión se hizo aplicando la técnica de fotogrametría video mediante una cámara de alta velocidad. Dichos videos fueron posteriormente procesados en el software libre Kinovea y posteriormente se hizo un tratamiento de datos para poder graficar las curvas cinemáticas del gesto deportivo y con esto poder hacer una valoración desde el punto de vista deportivo y biomecánico.

2. Metodología

En las prácticas, la mayoría de equipos de Rugby de países en vía de desarrollo no cuentan con laboratorios de análisis de movimiento, instrumentos de medición en tiempo real, dispositivos biomecánicos, etc., que les permita a entrenadores y deportistas realizar evaluaciones cuantitativas de su gesto deportivo. En la actualidad, el trabajo de repetición mediante ejercicios metodológicos es importante para el mejoramiento de las habilidades técnicas y tácticas de un jugador en su práctica deportiva. Sin embargo, en la mayoría de casos resulta ser insuficiente la apreciación visual, debido a que la observación inmediata y parcial por parte del entrenador no le permite analizar y corregir de manera efectiva la técnica de ejecución de los movimientos de los deportistas y mucho menos tener físicamente información de cada una de las ejecuciones de los movimientos realizados por el jugador.

Para realizar el estudio biomecánico de la percusión en los deportistas de Rugby, se escogieron estudiantes adscritos al equipo de Rugby de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja (Colombia), a los cuales se les realizó una valoración antropométrica, goniométrica y física; luego se les programó una serie de rutinas en campo en donde, realizaron varias pruebas de percusión, que consistieron en romper una línea de defensa contraria.

A los deportistas se les colocaron unos marcadores en los siguientes puntos anatómicos: articulación temporomandibular, articulación glenohumeral, articulación humeroradial, articulación cubitocarpiana, gran trocánter, articulación femorotibial (lateral externa), cóndilo peroneo distal, en talón y en la articulación tarsometatarsiana, del lado derecho. Luego se les pidió que realizaran un calentamiento y una simulación de percusiones en el campo que consistía en realizar una trayectoria de 10 metros, donde al final se encontraban dos cojines de percusión con una altura

de 1 m sostenidos por una persona (cada uno), las cuales mostraban una simulación de una línea de defensa. El jugador recibía el balón a la mitad del trayecto, y este debía traspasar por medio de los dos cojines, adoptando una posición de contacto (ver Figura 1).

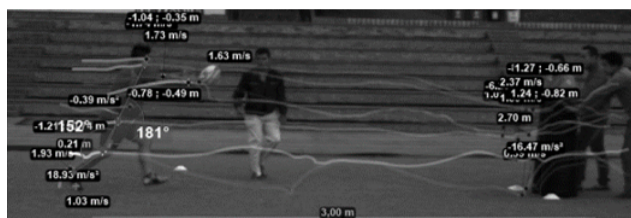
Figura 1: Ejecución de percusión en prueba de campo



Fuente: elaboración propia.

Estas pruebas fueron registradas mediante un protocolo de videometría con una cámara de alta velocidad (500fps) marca StreamView, que se ubicó a 11 m del plano sagital de avance del deportista. Se le pidió varias veces simular lo más natural posible una percusión y luego se procesaron los videos, a través del software Kinovea versión 8.24., para obtener cualitativa y cuantitativamente las trayectorias y ángulos articulares, así como las posiciones y ángulos de impacto específicos de los deportistas durante la ejecución de la percusión (ver Figura 2).

Figura 2: Trayectorias y ángulos de percusión de un deportista de Rugby



Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, puede obtener información de diferentes variaciones de la técnica; por ejemplo puede evaluar la biocinemática, trayectorias y ángulos de descenso y percusión del deportista cuando recibe el balón luego de una activación de jugada (Figura 3a.), cuando recibe el balón desde un pase de piso (Figura 3b), o cuando el jugador recibe el balón mediante un pase aéreo de un compañero (Figura 3c).

Figura 3: Múltiples análisis de la percusión según el tipo de pase de balón



a. Activación b. Pase desde piso c. Pase de compañero

Fuente: elaboración propia.

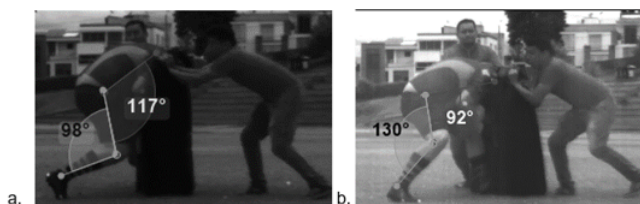
Después de procesar cada uno de los videos en el software Kinovea versión 8.24, el entrenador analizó y evaluó (cualitativa y cuantitativamente) la información registrada en los videos, las curvas de trayectorias, de ángulos de interés para poder determinar posibles intervenciones que corrijan las fallas en la técnica y eficiencia de la percusión de los deportistas de Rugby mediante entrenamientos dirigidos y focalizados.

Posteriormente, el entrenador se reunió con cada uno de los jugadores y con varios jugadores de la misma posición de juego y les presentó los videos con trayectorias y ángulos de ejecución de la técnica de percusión para que por un lado, ellos mismos tuvieran la posibilidad de verse en ejecución, autoevaluarse y analizar sus fallas y aspectos a mejorar y por otro lado, de la mano del entrenador acordaron la intervención que se realizaría para que se tuviera una percusión más efectiva en el campo de juego durante una competencia.

3. Resultados

Después de realizar este estudio, el entrenador pudo ver cualitativa y cuantitativamente el movimiento de los deportistas al inicio de la práctica y en cada una de las ejecuciones intervenidas, pudiendo determinar qué intervención tuvo mejor efecto en el desempeño del deportista y cuales no son efectivas para mejorar la percusión del deportista. Además pudo evaluar (medir) cuantitativamente cuánto mejoró la ejecución de la percusión. En la Figura 4a y 4b, se puede observar cómo un deportista sin análisis biomecánico previo tiene ángulo de percusión de 117° entre dorso y muslo y luego de hacer un análisis por fotogrametría (o videometría) y algunos correctivos (intervención) en su técnica, indicados por el entrenador, se tiene un ángulo de percusión de 92° , con lo cual se redujo 25° .

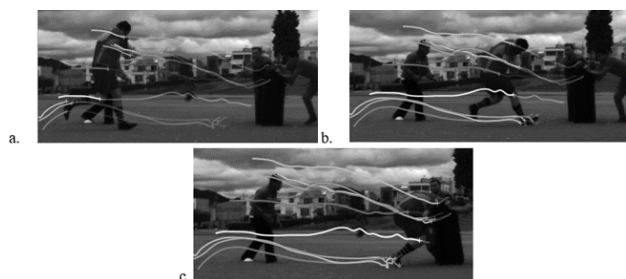
Figura 4: Mejoramiento de los ángulos en percusión en deportista de Rugby a. Antes de intervención b. Después de una primera intervención



Fuente: elaboración propia.

En este estudio, se generaron cada una de las curvas cinemáticas de los ángulos articulares a lo largo de todo el movimiento de percusión en cada una de las pruebas, las cuales pueden ser analizadas y evaluadas por el entrenador una por una o graficadas simultáneamente para generar una banda de normalidad del gesto deportivo estudiado, según estime conveniente para su evaluación y diagnóstico de ejecución de las técnicas. También, se generaron las curvas de trayectoria de los puntos anatómicos de interés en donde se puede analizar con detalle el movimiento de percusión de los deportistas (ver Figura 5). Estas curvas se pueden ver en simultaneo con los ángulos articulares, lo cual permite una mejor evaluación de la técnica en ejecución de la percusión y facilita a entrenadores y deportistas ver aspectos que a simple vista son indetectables y que pueden ser relevantes en la práctica deportiva.

Figura 5: Trayectorias de los puntos anatómicos de interés durante una percusión



Fuente: elaboración propia.

4. Discusión y Conclusiones

Mediante este tipo de estudios biomecánicos apoyados con técnicas como la fotogrametría se apoya por un lado a los entrenadores y se les provee de información confiable cualitativa y cuantitativa para que puedan diseñar con sustento científico planes de entrenamiento, intervenciones dirigidas, estrategias metodológicas, entre otras cosas, más eficientes lo cual

mejorará la ejecución de la técnica de percusión en competencia. Por otro lado, a los deportistas se les proporciona información de primera mano sobre su ejecución (videos, trayectorias y ángulos), lo cual se pudo comprobar que genera un proceso de autocrítica e introspección en el deportista que genera cambios y mejoras en su movimiento.

El tener acceso a las trayectorias de puntos de interés y a las curvas cinemáticas de ángulos articulares de los jugadores antes de una o varias intervenciones basadas en la información arrojada por un análisis Biocinemático y después de uno, muestra claramente la utilidad de este estudio para mejorar significativamente los ángulos de ejecución de la percusión del deportista, lo cual permite hacer más eficiente la ruptura de la línea de defensa del equipo contrario y avanzar mucho más en el campo de juego, logrando con esto una ventaja competitiva significativa.

La información biomecánica generada por este tipo de estudios de la biocinemática del Rugby, puede proporcionar bases sistemáticas para modificar las técnicas existentes y evaluar las capacidades físicas necesarias para jugar de manera eficiente y segura en el campo de juego. Con lo cual, se podrá mejorar el rendimiento de las habilidades del juego y minimizará el potencial de lesión.

5. Reconocimientos

Los autores de este trabajo expresan sus agradecimientos a la Universidad Santo Tomás por el apoyo brindado para la ejecución del proyecto de investigación titulado “Diseño e Implementación de un Protocolo de Videometría para Evaluación, Monitoreo y Mejoramiento Biomecánico de la Eficiencia del Gesto Deportivo de Jugadores Élite de la Universidad Santo Tomas Seccional Tunja”. Además, se agradece al estudiante (joven semillero) Walter Alejandro Duarte Rojas por su colaboración en el procesamiento de videos.

Referencias

- [1] G. Trewartha, R. Casanova and C. Wilson. “A kinematic analysis of rugby lineout throwing”. *Journal of Sports Sciences* 26(8), pp. 845-854. 2008 [En línea]. Disponible en: http://opus.bath.ac.uk/6194/1/Trewartha_2008_lineout_JSS_archive.pdf
- [2] C. A. García y C. A. Ospina, “Iniciación al Rugby desde la Estructura del Juego; Caracterización del Rugby Desde Una Perspectiva

- Estructural”, 2011, [En línea]. Disponible en: <http://viref.udea.edu.co/contenido/pdf/279-lainiciacion.pdf>
- [3] P.D. Milburn, “Biomechanics of rugby union scrummaging. Technical and safety issues”. *Sports Med. Sep*; vol.16, no. 3, 1993 pp.168-79.
- [4] J. Piscione y D. Garnet, “Biomechanical and electromyographic study of individual rugby union scrummaging skills of front-row player: effect of playing level”. *Journal of Biomechanics* 2006 [En línea]. Disponible en: [http://www.jbiomech.com/article/S0021-9290\(06\)85291-7/abstract](http://www.jbiomech.com/article/S0021-9290(06)85291-7/abstract)
- [5] E. Preatoni, et al. “Forces Generated in Rugby Union Machine Scrumming at Various Playing Levels”. IRCOBI Conference 2012 IRC-12-46, [En línea]. Disponible en: http://www.ircobi.org/wordpress/downloads/irc12/pdf_files/46.pdf
- [6] D. Cazzola, et al., “Biomechanics of rugby scrummaging:kinematic and kinetic analysis across engagement conditions”. In: Balagué, N., Torrents, C., Vilanova, A., Cadefau, J., Tarragó, R. and Tsolakidis, E., eds. 18th Annual Congress of the European College of Sport Science, 2013
- [7] M Sayers y R. Ballon, “Biomechanical analysis of a rugby pass from the ground. In: 7th World Congress of Science and Football, 2011. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/233757388_Biomechanical_analysis_of_a_rugby_pass_from_the_ground
- [8] E. Seminati, D. Cazzola, E.Preatoni y G.Trewartha. “Specific tackling situations affect the biomechanical demands experienced by rugby union players”. *Sports Biomechanics*, vol. 16, Iss. 1, 58-75, 2017. <https://doi.org/10.1080/14763141.2016.1194453>
- [9] R. Sean, E. Steve, “Preseason Functional Movement Screen Predicts Risk of Time-Loss Injury in Experienced Male Rugby Union Athletes”. *Journal of Strength & Conditioning Research*, vol. 3, Issue 10, October 2017, p 2740–2747, <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001838>
- [10] A. Atack, G. Trewartha y N. Bezodis, “A biomechanical analysis of the kicking leg during a rugby place kick”. In: Conference: XXXII International Conference on Biomechanics in Sports, At Johnson City, TN, USA; 2014. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/264232195_A_biomechanical_analysis_of_the_kicking_leg_during_a_rugby_place_kick.
- [11] C. A. Phillips, “Kinematic Analysis of a Rugby Spin Pass”. Cardiff Metropolitan University 2015 [En línea]. Disponible en: <https://repository.cardiffmet.ac.uk/handle/10369/6958>
- [12] A. Green, A. et al., “The Trade-off Between Distance and Accuracy in the Rugby Union Place Kick: A Cross-Sectional. Descriptive Study”. *Kinesiology*, vol. 48, no. 2, 2016 pp. 251- 257
- [13] I. E. Budescu and I. Ioan, “The Human Impact Biomechanics in Rugby Game”. *National Council of the Scientific Research in the High Education, ICCES*, vol.8, no.1, 2008, pp.31-40.
- [14] D. J. Scott, M. Ditroilo y P. A. Marshall, “Complex training: the effect of exercise selection and training status on postactivation potentiation in rugby league players”. *J Strength Cond Res*, vol. 31, no. 10, 2017, pp. 2694–2703, <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001722>
- [15] M. Rivière, S. Alasdair, B. Laurent, “Variable Resistance Training Promotes Greater Strength and Power Adaptations Than Traditional Resistance Training in Elite Youth Rugby League Players”. *Journal of Strength & Conditioning Research*, vol 31, issue 4, April 2017, pp. 947–955. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001574>
- [16] J. Peacock, K. Ball y S. Taylor. “The impact phase of drop punt kicking for maximal distance and accuracy”. *Journal of Sports Sciences*, vol. 35, Issue 23, 2017, pp. 2289-2296. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1266015>
- [17] J. Sinclair, P. J. Taylor, A. Smith et. Al. “Three-dimensional kinematic differences between accurate and high velocity kicks in rugby union place kicking”. *International Journal Of Sports Sciences & Coaching*. Vol. 12, Issue 3, pp 371-380. 2017, <https://doi.org/10.1177/1747954117710515>
- [18] H. F. Driscoll, M. Dunn y D. James. “Kinetic and kinematic analysis of stamping impacts during simulated rucking in rugby union”. *Journal of Sports Sciences*. Vol 36, Issue 1, 2017, pp. 1-6.